

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-267029

(43)公開日 平成 6年(1994) 9月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-53495

(22)出願日 平成 5年(1993) 3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 秋山 純一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 奥田 博明

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

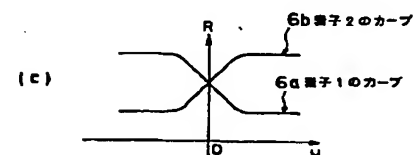
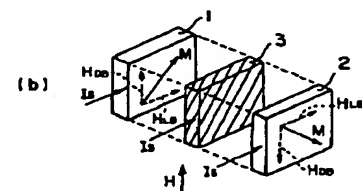
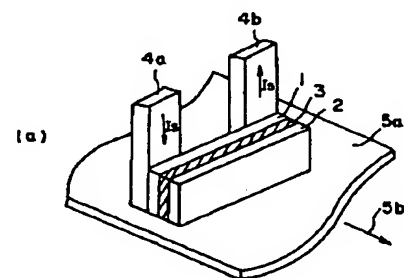
(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッド

(57)【要約】

【目的】 バルクハウゼンノイズを抑制でき、高感度、高S/N、高信頼性、高記録線分解能で構造が簡単な差動動作タイプの磁気抵抗効果型ヘッドを提供することを目的とする。

【構成】 一対の異方性磁気抵抗効果素子または一対の巨大磁気抵抗効果素子（スピンバルブ素子等）を反強磁性膜を介して構成し、これを差動動作させた磁気抵抗効果型ヘッド。

【効果】 簡単な素子・ヘッド構造でバルクハウゼンノイズの抑制が可能となり、しかも高感度、高S/N、高信頼性、高記録線分解能が得られ、製造も容易である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子を反強磁性膜を間に介在させて積層してなり、前記第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子は、ともに異方性磁気抵抗効果膜であるか、または一対の磁性膜を非磁性金属膜を間に介在させて積層したものであることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスク装置や V T R 等に用いられる磁気抵抗効果型再生ヘッドに係り、特に、バルクハウゼンノイズの抑制が可能で、高感度、高 S/N、高線分解能が達成可能な磁気抵抗効果型再生ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 シールド型 MR ヘッドは、高透磁率を有するシールド層と磁気抵抗効果素子との間の電気的な絶縁を確保するために、絶縁層の厚みをある一定以下にすることが困難であるため、絶縁層の厚みで規定される線記録分解能を向上させることが難しかった。この問題を解決する手段として、2 枚の異方性磁気抵抗効果素子を非磁性絶縁層または非磁性金属層からなる中間層を間に介して積層した構造のデュアルエレメントタイプの磁気抵抗効果型ヘッドが知られている（特公昭 53-57204 号）。

【0003】 このタイプの磁気抵抗効果型ヘッドでは、一対の磁気抵抗効果素子に、例えば記録トラック幅の方向に同一極性のセンス電流を流すと、互いに逆極性で且つ磁気記録媒体面に垂直な方向に動作点バイアスが付与される。そのため、2 枚の磁気抵抗効果素子は、それぞれ同一極性の信号磁界に対しては逆極性の電気抵抗変化を示し、これらが相殺するために出力が発生しない。また、互いに逆極性の信号磁界を受けたときには、同極性の電気抵抗変化を生じるため、これらが強め合うことにより出力が得られる。

【0004】 このように、デュアルエレメントタイプの磁気抵抗効果型ヘッドは、いわゆる差動動作の出力応答をする再生ヘッドである。しかも、中間層の膜厚で線分解能を規定できるために、シールド層を設ける必要がなく、従って簡単な構造で、高分解能で高 S/N の信号再生を可能にすることが知られている。

【0005】 しかしながら、このタイプの磁気抵抗効果型ヘッドに関しては、簡単なヘッド構造を維持したまま、効果的な交換バイアス方法を一対の磁気抵抗効果素子に付与してバルクハウゼンノイズを抑制する技術が見出だされていないため、今のところ実用化が難しく、その解決策が待たれていた。

【0006】 また最近では、従来の異方性磁気抵抗効果よりも高感度のスピンバルブ現象を始めとする巨大磁気抵抗効果が発見されており、この効果を利用した磁気抵

2

抗効果素子の再生ヘッドへの応用が研究されている。しかし、今のところ、前述のように出力応答が差動動作するタイプで、しかも高信頼性、高線分解能、高 S/N が同時に満足されるような素子構造またはヘッド構造は知られていない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、バルクハウゼンノイズの抑制が容易で、高感度、高 S/N、高線分解能、高信頼性が得られ、しかも製造が容易な、異方性磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果型ヘッドを提供することにある。

【0008】 本発明の他の目的は、バルクハウゼンノイズの抑制が容易で、高感度、高 S/N、高線分解能、高信頼性が得られ、しかも製造が容易な、巨大磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果型ヘッドを提供することにある。

## 【発明の構成】

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記のような課題を解決するために、本発明は、第 1 の磁気抵抗効果素子と第 2 の磁気抵抗効果素子を反強磁性膜を間に介在させて積層してなり、前記第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子は、ともに異方性磁気抵抗効果膜であるか、または一対の磁性膜を非磁性金属膜を間に介在させて積層したものであることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドを提供する。本発明の磁気抵抗効果型ヘッドは、更に、以下の態様が可能である。

【0010】 本発明の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子は両者ともに異方性磁気抵抗効果素子であり、第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子に通電するセンス電流の方向を、磁気記録媒体に磁化された記録トラックの幅方向とし、且つ反強磁性膜によって第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子に対して、記録トラック幅方向に同一極性または逆極性の縦バイアス磁界を付与したことを特徴とするもの。

【0011】 本発明の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子は両者ともに異方性磁気抵抗効果素子であり、第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子に通電するセンス電流の方向を磁気記録媒体面に垂直な方向とし、第 1 及び第 2 の磁気抵抗効果素子の間に 2 層の反強磁性膜（2 層の反強磁性膜の間に磁性膜を介してもよい）が設けられ、一方の反強磁性膜に接する側の一方の磁気抵抗効果素子に対して一方の反強磁性膜により磁気記録媒体面に垂直な方向に縦バイアス磁界を付与し、他方の反強磁性膜に接する側の他方の磁気抵抗効果素子に対しては、他方の反強磁性膜により一方の磁気抵抗効果素子に付与した縦バイアス磁界とは同方向だが逆磁性の縦バイアス磁界を付与したことを特徴とするもの。なお、1 層の半強磁性膜用いても、同様の縦バイアス磁界の付与は可能である。

3

【0012】本発明の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、第1及び第2の磁気抵抗効果素子は両者ともに2枚の磁性膜が非磁性金属膜を介して積層構成されたものであり、第1及び第2の磁気抵抗効果素子に通電するセンス電流の方向を磁気記録媒体に磁化された記録トラックの幅方向とし、且つ反強磁性膜によって第1及び第2の磁気抵抗効果素子を構成する2枚の磁性膜の内、反強磁性膜に接する側の磁性膜に対して記録トラック幅方向に同極性または互いに逆極性の縦バイアス磁界を付与したことを特徴とするもの。

【0013】本発明の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、第1及び第2の磁気抵抗効果素子は両者ともに2枚の磁性膜が非磁性金属膜を介して積層構成されたものであり、第1及び第2の磁気抵抗効果素子に通電するセンス電流の方向を磁気記録媒体面に垂直な方向とし、第1及び第2の磁気抵抗効果素子の間に2層の反強磁性膜（2層の反強磁性膜の間に磁性膜を介してもよい）が設けられ、一方の磁気抵抗効果素子を構成する2枚の磁性膜の内、一方の反強磁性膜に接する側の磁性膜に対して一方の反強磁性膜により磁気記録媒体面に垂直な方向に縦バイアス磁界を付与し、他方の磁気抵抗効果素子を構成する2枚の磁性膜の内、他方の反強磁性膜に接する側の磁性膜に対しては他方の反強磁性膜により一方の磁気抵抗効果素子側への縦バイアス磁界とは同方向だが逆磁性的縦バイアス磁界を付与したことを特徴とするもの。なお、1層の半強磁性膜を用いても、同様の縦バイアス磁界の付与は可能である。

【0014】本発明の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、反強磁性膜が絶縁膜あるいは半導体の膜であり、且つ第1及び第2の磁気抵抗効果素子の膜面垂直方向に電圧を印加して反強磁性膜にトンネル電流を流しておいたときに、第1及び第2の磁気抵抗効果素子が磁気記録媒体からの信号磁界を受けることによって生じる電気抵抗の変化を電圧変化として検出することによって、信号再生をすることを特徴とするもの。

【0015】以上説明したように、本発明の磁気抵抗効果型ヘッドでは、反強磁性膜を介して積層した2つの磁気抵抗素子を磁気記録媒体に記録された磁化による信号磁界を検出する一対の磁気抵抗効果素子として用いることによって、反強磁性膜により一対の磁気抵抗効果素子に対してトラック幅方向へ同極性あるいは逆極性の交換バイアス磁界を付与するとともに、一対の磁気抵抗効果素子へ記録トラック幅方向で同一方向にセンス電流を通電するか、あるいは反強磁性膜により一対の磁気抵抗効果素子に対して磁気記録媒体面に垂直な方向に同極性あるいは逆極性の交換バイアス磁界を付与するとともに、一対の磁気抵抗効果素子へ磁気記録媒体面に垂直な同一方向にセンス電流を通電することによって、一対の磁気抵抗効果素子が同一極性の信号磁界に対しては電気抵抗の変化が相殺し合い、一方、逆極性の信号磁界に対して

4

は電気抵抗の変化が強め合う差動動作原理の磁気抵抗効果型ヘッドが構成される。このように構成される本発明の磁気抵抗効果型ヘッドによると、バルクハウゼンノイズが生ぜずしかも高線分解能かつ高感度、高S/Nの信号再生が可能である。

【0016】

【作用】本発明では、反強磁性膜を介して積層した一対の磁気抵抗素子を、磁気記録媒体に記録された磁化による信号磁界を検出する再生ヘッドとして用いている。この場合、反強磁性膜により一対の磁気抵抗効果素子に対して所定方向と所定強度の交換バイアス磁界が付与される。そのため、一対の磁気抵抗効果素子が同時に単磁区化され、バルクハウゼンノイズを抑制することができ

る。【0017】しかも、一対の磁気抵抗効果素子に、記録トラック幅方向または磁気記録媒体面に垂直な方向にセンス電流を通電すると、一対の磁気抵抗効果素子のそれぞれに、磁気記録媒体面に垂直な方向または記録トラック幅方向に、同一極性または互いに逆極性で動作点バイアス磁界が付与される。この動作点バイアス磁界効果と、一対の磁気抵抗効果素子のそれぞれに同極性または逆極性に付与される交換バイアス磁界の効果とによって、一対の磁気抵抗効果素子のそれぞれは、同一極性の信号磁界を受けたときには逆極性の電気抵抗変化をするために出力電圧は得られず、また互いに逆極性の信号磁界を受けたときには電気抵抗の変化の方向が同極性となるために出力電圧が強め合うという差動動作の出力応答を示す。

【0018】従って、外部から一様な外乱磁界を受けてもそれには応答しないため、一対の磁気抵抗効果素子の両側に絶縁層を介して高透磁率のシールド層を配置しなくても、反強磁性膜の膜厚と磁気抵抗効果素子の膜厚を規定することによって線記録分解能を規定することができる。

【0019】このように、本発明の磁気抵抗効果ヘッドでは、反強磁性膜によって一対の磁気抵抗効果素子の単磁区化と差動出力応答を可能にし、しかも反強磁性膜の厚みによって線分解能も規定可能である。

【0020】

【実施例】以下、本発明の種々の実施例について、図面を参照して説明する。

<実施例1>

【0021】図1は、本発明の第1の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す。この磁気抵抗効果型ヘッドは、図1(a)に示すように、パーマロイ膜等からなる第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2が、FeMnやNiO等の反強磁性膜3を間に介して積層された構造を有する。これら磁気抵抗効果素子1、2には電極4a及び電極4bが接続され、これら電極4a、4bを通して一対の磁気抵抗効果素子

1, 2に記録トラック幅方向にセンス電流  $I_s$  が通電される。

【0022】 一对の磁気抵抗効果素子1, 2は、矢印5bの方向に走行する磁気記録媒体5aに対向して配置され、磁気記録媒体5aからの信号磁界を検出したときに、一对の磁気抵抗効果素子1, 2の電気抵抗の値が変化する。この抵抗値の変化に基づく磁気抵抗効果素子1, 2の両端間の電圧変化を検出することにより、記録信号が再生される。

【0023】 図1(b)に示すように、反強磁性膜3によって、第1の異方性磁気抵抗効果素子1および第2の異方性磁気抵抗効果素子2のそれぞれには、磁化Mが信号磁界によって十分回転できる範囲内で記録トラック幅方向に同極性の交換バイアス磁界HLBが付与され、そのため一对の磁気抵抗効果素子は単磁区化がされて、バルクハウゼンノイズを抑制できる。

【0024】 なお、反強磁性膜3は、磁場中で一对の磁気抵抗効果素子の一方の素子の上に成膜するか、または第1の異方性磁気抵抗効果素子1、反強磁性膜3、第2の異方性磁気抵抗効果素子2をこの順に全て成膜した後、磁場中で反強磁性膜3にネール点以上の温度を加えることによって、記録トラック幅方向に異方性を付与することが出来る。その結果、一对の磁気抵抗効果素子に交換バイアスを付与することができる。

【0025】 また、センス電流  $I_s$  により、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2にはそれぞれ動作点バイアス磁界HDBが互いに逆極性で付与されるために、磁化Mは、図1(b)に示すように、互いに逆極性を向くことになる。そのため、図1

(c)に示すように、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2のそれぞれの電気抵抗の磁界応答カーブ(以下、MR応答カーブと呼ぶ)6aと6bは互いに磁界H=0を中心としてそれぞれの抵抗値の増減方向が逆になる。即ち、この実施例の磁気抵抗効果型ヘッドは、差動動作型のヘッドであり、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2が磁気記録媒体5aから同極性の信号磁界を受ける限りは、両者の抵抗変化は相殺し合うため、出力は得られない。

【0026】 ところが、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2が、磁気記録媒体5aから互いに逆極性の信号磁界を検出すると、両者の抵抗変化は同極性で強め合うので、出力が得られることになる。従って、一对の磁気抵抗効果素子の両側に所定のギャップ間隔を置いて高透磁率のシールド層を設けなくとも、良好な線分解能をもって記録信号の再生を行うことができる。なお、所望の線分解能を得るには、所定の交換バイアス磁界HLBが、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2に付与できる限り、両者の膜厚および反強磁性膜3の膜厚を適宜変え

れば良い。

【0027】 以上のように、この実施例では、一对の磁気抵抗効果素子の間に1枚の反強磁性膜を設けるだけで、一对の磁気抵抗効果素子に交換バイアスを付与して両者を共に単磁区化することができるのみならず、その反強磁性膜の厚みで線記録分解能を規定できるという特徴がある。その結果、ヘッドの構造が極めて簡単になり、製造も容易で、製造歩留まりも向上するという利点がある。

#### <実施例2>

【0028】 図2は、本発明の第2の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す。この磁気抵抗効果型ヘッドは、図2(a)に示すように、互いにネール点の異なる第1の反強磁性膜3aと、第2の反強磁性膜3bを積層した一对の反強磁性膜を、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2の間に介した構造を有する。電極4aと電極4bをそれぞれ一对の磁気抵抗効果素子の磁気記録媒体5aに対向する面の近傍部位と、そこから離間した部位に接続し、これら電極4a, 4bを通して一对の磁気抵抗効果素子に、センス電流が磁気記録媒体5aの面に垂直な方向に通電される。

【0029】 磁気記録媒体5aを矢印5bの方向に走行させたときに、一对の磁気抵抗効果素子が記録信号磁界を検出することによって、一对の磁気抵抗効果素子が電気抵抗変化を生じ、この変化を電圧変化として取り出すことによって記録信号を再生することが出来る。

【0030】 ここで、図2(b)に示すように、第1の反強磁性膜3aにより交換バイアス磁界HLBが、第1の異方性磁気抵抗効果素子1の磁気記録媒体5aの面に垂直方向に付与され、一方、第2の異方性磁気抵抗効果素子2に対しては、第2の反強磁性膜3bにより異方性磁気抵抗効果素子1とは同一方向で逆極性に交換バイアス磁界HLBが付与される。更に、センス電流  $I_s$  により第1の異方性磁気抵抗効果素子1には、記録トラック幅方向に動作点バイアス磁界HDBが付与され、一方第2の異方性磁気抵抗効果素子2には、第1の異方性磁気抵抗効果素子1の場合とは同一方向で逆極性の動作点バイアス磁界HDBが付与される。

【0031】 その結果、一对の磁気抵抗効果素子の中の磁化Mは、図2(b)に示すように、外部から何らの磁場が入らない限り、互いに逆極性でしかも記録トラック幅方向に対して所定角度傾むいている。そのため、図2(c)に示すように、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と第2の異方性磁気抵抗効果素子2のそれぞれのMR応答カーブ6aと6bは、媒体からの同極性の信号磁界が入る場合には逆極性の磁界変化をするため、前述の第1の実施例と同様に差動動作を示すことができるものである。本実施例の効果は前述の第1の実施例と同様である。

【0032】 なお、第1の異方性磁気抵抗効果素子1と

7

第2の磁気抵抗効果素子2に互いに逆極性の交換バイアスHLBを付与するには、一対の磁気抵抗効果素子の積層が終了した後、反強磁性膜3a、3bのネール点をそれぞれTN1、TN2 (TN1>TN2とする) としたときに、始めにTN1よりも高い温度で一対の磁気抵抗効果素子を加熱しながら所定方向に磁場を印加し、次にTN1未満でTN2よりも高い温度で加熱しながらさきほどとは同方向で逆極性の磁場を加えればよい。

【0033】また、この2層反強磁性膜の製法として、以下のような方法もある。即ち、同一材料からなる反強磁性膜をまず所定方向の磁場中で成膜し、ある所定の膜厚になったときに印加磁場を逆極性にして成膜することにより、見掛けは1層の反強磁性膜であるが、上記の2層の反強磁性膜と同様の作用で上記のような縦バイアス付与が可能になる。

<実施例3>

【0034】図3は、本発明の第3の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドは、第2の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドの変形であり、第1の反強磁性膜3aと反強磁性膜3bの間に磁性膜7を介在させたものである。例えば反強磁性膜3aと磁性膜7と反強磁性膜3bをこの順に積層する場合、先ず3aを所定の磁場を印加しながら成膜すると、その磁場の印加方向に異方性が付与される。一方、反強磁性膜3bは、磁性膜7の上に反強磁性膜3aの場合とは同方向で逆極性の磁場中で成膜することによって、磁性膜7と反強磁性膜3bとの界面における磁化に起因する交換磁界の助けを受けて、反強磁性膜3aとは同方向で逆極性に異方性が付与される。そのため、前述の第2の実施例と同様、一対の磁気抵抗効果素子に交換バイアス磁界が付与され、その結果、第2の実施例と同様の作用で同様の効果を得ることができる。

<実施例4>

【0035】図4は、本発明の第4の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドでは、図4(a)に示すように、第1の磁気抵抗効果素子1は、磁性膜1a、非磁性金属膜8及び磁性膜1aからなる積層膜であり、第2の磁気抵抗効果素子2は、磁性膜2a、非磁性金属膜8b及び磁性膜2bからなる積層膜である。磁性膜1a、1b、2a、2bは、全てCoFe、NiFe等からなり、非磁性金属膜8a、8bは、Cu等からなるものである。

【0036】第1の磁気抵抗効果素子1と第2の磁気抵抗効果素子2は、スピントループ現象等の巨大磁気抵抗効果を示す素子であり、従来の異方性磁気抵抗効果素子よりも高感度である。第1の磁気抵抗効果素子1と第2の磁気抵抗効果素子2は、FeMnやNiO等の反強磁性膜を介して積層されている。一対の磁気抵抗効果素子に記録トラック幅方向にセンス電流Isを通電したときに、一対の磁気抵抗効果素子が磁気記録媒体5aから記

8

録信号磁界を検出し、電気抵抗の変化を生じることにより磁気抵抗効果素子の両端間に電圧変化が発生する。この電圧変化を検出することによって、記録信号が再生される。

【0037】図4(b)に示すように、反強磁性膜3によって、第1の磁気抵抗効果素子1および磁気抵抗効果素子2を構成する2枚の磁性膜の内、それぞれ反強磁性膜3に接する側の磁性膜1aおよび磁性膜2aには、それらの磁化Mが磁気記録媒体からの信号磁界を受けても回転できないほどに強い交換バイアス磁界HLBが、記録トラック幅方向に付与される。また、センス電流Isによって、第1の磁気抵抗効果素子1および第2の磁気抵抗効果素子2を構成する反強磁性膜3に接しない側の磁性膜1bおよび磁性膜2bには、磁気記録媒体5aの面に垂直方向で互いに逆極性の動作点バイアス磁界が付与される。その結果、磁性膜1bと磁性膜2bの中の磁化Mは、図4(b)に示すように、記録トラック幅方向に対して所定角度傾いており、しかも逆極性で存在することになるため、前述の実施例と同様、差動動作(図4(c)参照)で信号再生することができ、前述の実施例と同様の作用で同様の効果を得ることができる。

<実施例5>

【0038】図5は、本発明の第5の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドでは、第4の実施例と同様の第1の磁気抵抗効果素子1と第2の磁気抵抗効果素子2とからなる一対の磁気抵抗効果素子が、磁気記録媒体5aから信号磁界を検出するものである。一対の磁気抵抗効果素子の中間には、第1の反強磁性膜3aと第2の反強磁性膜3bが積層されてなる反強磁性膜を配置したものである。

【0039】電極4bと電極4aをそれぞれ一対の磁気抵抗効果素子の磁気記録媒体5aに対向する面の近傍部位とそこから離間した部位とに接続し、これらを通してセンス電流を磁気記録媒体5aの面に垂直な方向に通電すると、磁気記録媒体5aを矢印5bの方向に走行させたときに、一対の磁気抵抗効果素子が記録信号磁界を検出することによって、電気抵抗変化を生じ、この変化を電圧変化として取り出すことによって記録信号が再生される。

【0040】図5(b)に示すように、本実施例では、第1及び第2の反強磁性膜3a、3bによって、第1の磁気抵抗効果素子1および第2の磁気抵抗効果素子2のそれぞれ第1及び第2の反強磁性膜3a、3bに接する側の磁性膜1a、磁性膜2aに対して、磁気記録媒体5aの面に垂直な方向で且つ逆極性に、磁化Mが信号磁界を受けても動かない程度に強い交換バイアス磁界HLBが付与される。

【0041】しかも、センス電流Isによって、それぞれ第1の磁気抵抗効果素子1および第2の磁気抵抗効果素子2の反強磁性膜3a、3bに接しない側の磁性膜1

bと磁性膜2bに、記録トラック幅方向で且つ逆極性の動作点バイアス磁界HDBが付与される。その結果、磁化Mは、それぞれに付与されるHDBの方向を向き、磁性膜1bと磁性膜2bが信号磁界を検出することによって、第1の磁気抵抗効果素子1と第2の磁気抵抗効果素子はそれぞれ図5(c)に示す6a, 6bのMR応答カーブを示す。そのため、前述の実施例と同様に差動動作で信号再生ができ、前述の実施例と同様の作用で同様の効果を得ることができる。

#### <実施例6>

【0042】図6は本発明の第6の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドは、第5の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドの変形例である。即ち、反強磁性膜3は、第1の反強磁性膜3aと第2の反強磁性膜3bを磁性膜7を介して積層したものであり、例えば反強磁性膜3aと磁性膜7と反強磁性膜3bをこの順に積層する場合に、第3の実施例と同様の作用に基づいて、先ず反強磁性膜3aは所定の磁場を印加しながら成膜し、その磁場方向に異方性が付与され、一方、反強磁性膜3bは磁性膜7の上に反強磁性膜3aの場合とは同方向で逆極性の磁場中で成膜することによって、反強磁性膜3aとは同方向で逆極性に異方性が付与される。そのため、前述の第5の実施例と同様、一対の磁気抵抗効果素子に交換バイアス磁界が付与され、その結果第5の実施例と同様の作用で同様の効果を得ることができる。

#### <実施例7>

【0043】図7は本発明の第7の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドでは、NiO等からなる絶縁性の反強磁性膜3を介して第1の磁性膜1と第2の磁性膜2を積層した磁気磁気抵抗効果素子の両側に、電極4a, 4bが設けられている。これら電極4aと4bの間に電圧を加えることによって、反強磁性膜3にトンネル電流を流しておき、第1の磁性膜1と第2の磁性膜2とが磁気記録媒体5aから信号磁界を受けることによって、第1の磁性膜1と第2の磁性膜2の磁化Mの成す角が変化する。それによって生じる磁気抵抗効果素子のコンダクタンスの変化を電圧変化として検出することによって記録信号が再生される。

【0044】図7(b)に示すように、第1の磁性膜1と第2の磁性膜2は、反強磁性膜3によって、記録トラック幅方向で且つ同方向に単磁区化され、且つ磁化Mが信号磁界によって回転出来る程度の交換バイアス磁界が付与される。その結果、第1の磁性膜1と第2の磁性膜2が同一強度で同極性の信号磁界を受けたときには出力応答がなく、同一強度で且つ逆極性の信号磁界を受けたときには最大の出力応答をする。このように、本実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドは、前述と同様に差動動作の磁気抵抗効果型ヘッドであり、前述の実施例と同様の効果を有するものである。

#### <実施例8>

【0045】図8は本発明の第8の実施例に係る磁気抵抗効果ヘッドを示す。この磁気抵抗効果ヘッドは、図8(a)に示すように、磁性膜1と磁性膜2の間にはネール温度の異なる第1の反強磁性膜3aと第2の反強磁性膜3bの積層膜が配置され、磁性膜1は反強磁性膜3aによって磁性膜2は反強磁性膜3bによって記録トラック幅方向で且つ逆極性に交換バイアス磁界が付与されることを除けば、第7の実施例と同様の作用で同様の効果が得られる。

#### 【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、反強磁性膜を介して積層した一対の磁気抵抗効果素子を、磁気記録媒体に記録された磁化による信号磁界を検出する磁気抵抗効果ヘッドとして用いることによって、反強磁性膜により一対の磁気抵抗効果素子に対してトラック幅方向へ同極性あるいは逆極性の交換バイアス磁界を付与するとともに、一対の磁気抵抗効果素子へ記録トラック幅方向で同一方向にセンス電流を通電するか、あるいは反強磁性膜により一対の磁気抵抗効果素子に対して磁気記録媒体面に垂直な方向に同極性あるいは逆極性の交換バイアス磁界を付与するとともに一対の磁気抵抗効果素子へ磁気記録媒体面に垂直な同一方向にセンス電流を通電することによって、一対の磁気抵抗効果素子が同一極性の信号磁界に対しては電気抵抗の変化が相殺し合い、一方、逆極性の信号磁界に対しては電気抵抗の変化が強め合う差動動作原理の磁気抵抗効果型ヘッドを得ることが出来る。

【0047】このように構成される磁気抵抗効果型ヘッドによると、バルクハウゼンノイズが生ぜず、しかも高線分解能かつ高感度、高S/Nの信号再生が可能になるとともに、構造が簡単であるため製造も容易で且つ高い製造歩留まりを得ることもできる。また、スピバルブのような巨大磁気抵抗効果素子を用いても、上記のようなヘッドを構成することができ、この場合には、上述の効果の他に、従来の異方性磁気抵抗効果素子を用いた場合よりも高感度、高S/Nの信号再生が可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図2】 本発明の第2の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図3】 本発明の第3の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図4】 本発明の第4の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図5】 本発明の第5の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図6】 本発明の第6の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

11

【図7】 本発明の第7の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【図8】 本発明の第8の実施例に係る磁気抵抗効果型ヘッドを示す図。

【符号の説明】

- 1…第1の磁気抵抗効果素子  
 1 a…磁性膜  
 1 a…磁性膜  
 2…第2の磁気抵抗効果素子  
 2 a…磁性膜  
 2 b…磁性膜

\* 3…反強磁性膜

3 a…第1の反強磁性膜

3 b…第2の反強磁性膜

4 a…電極

4 b…電極

5 a…磁気記録媒体

5 b…媒体走行方向

6 a…MR応答カーブ

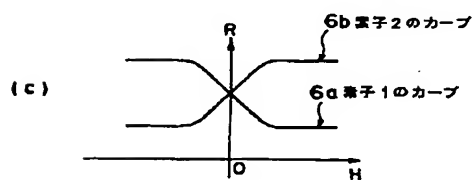
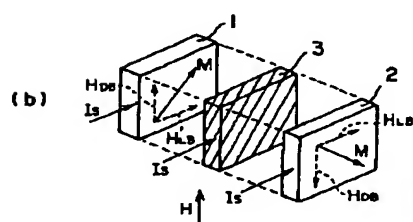
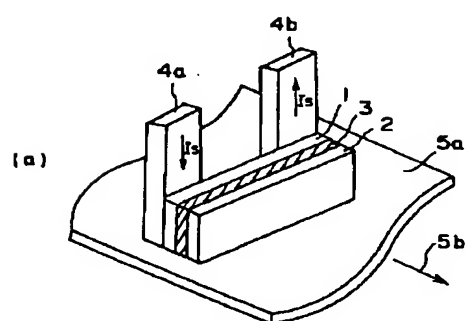
6 b…MR応答カーブ

10 7…磁性膜

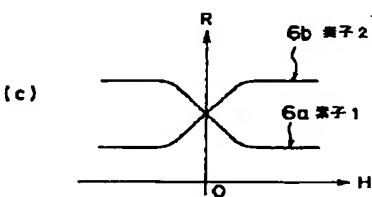
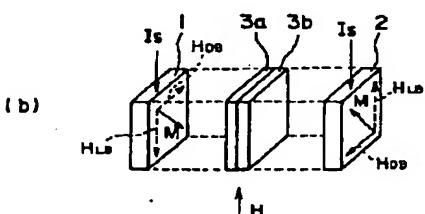
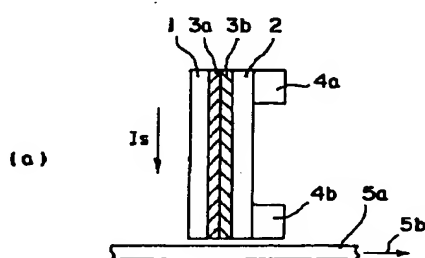
\*

12

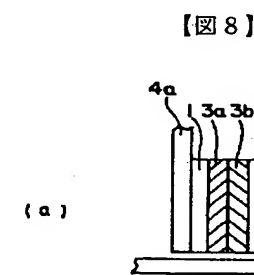
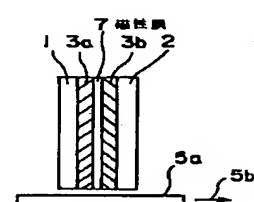
【図1】



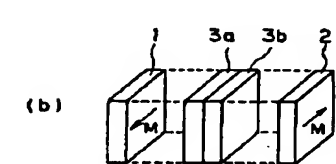
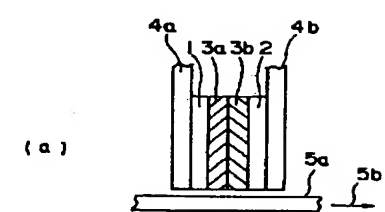
【図2】



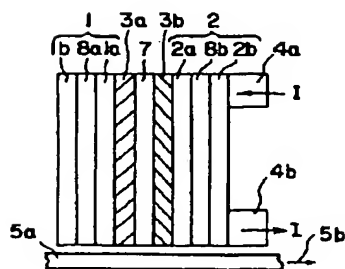
【図3】



【図8】

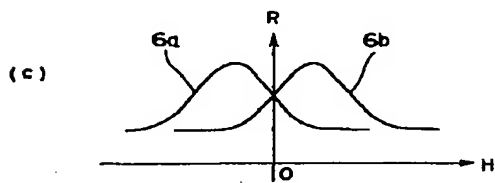
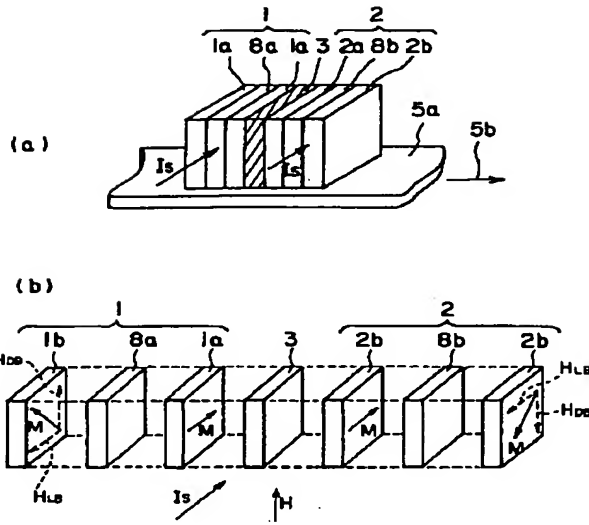


【図6】

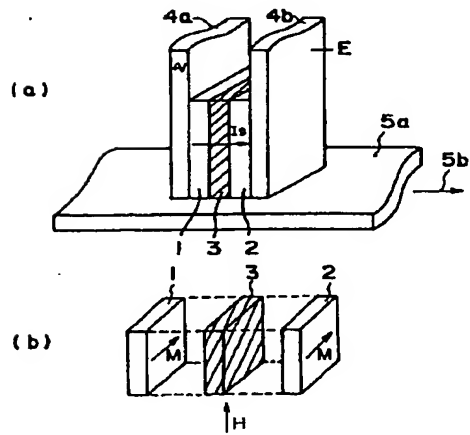




【図4】



【図7】



【図5】

